FACTSHEET
AGRICULTURAL ENGINEERING
ANIMAL SCIENCE
ORDER NO. 04-097
DECEMBER 2004
AGDEX 720/400
Ontario Ministry of Agriculture and Food

ANAEROBIC DIGESTION BASICS

J. DeBruyn and D. Hilborn

(Printed August, 2005)

INTRODUCTION

Agricultural anaerobic digestion (AD) has the potential to:

- reduce odour and pathogen levels in manure
- reduce greenhouse gas production from a farmstead
- allow the incorporation of off-farm sourced organics
- produce renewable energy and
- improve the immediate fertilizer value of the manure.

Many farmers are looking at an AD system to obtain one or more of the above benefits. This Factsheet outlines some of the factors involved in deciding whether to add an anaerobic digester to your operation.

WHAT IS ANAEROBIC DIGESTION?

Anaerobic digestion (AD) is the process of micro-organisms breaking down organic materials in the absence of oxygen in an enclosed vessel. (*Figure 1*) Anaerobic digestion produces biogas (consisting primarily of methane and carbon dioxide). Depending on the system design, biogas can be combusted to run a generator producing electricity and heat, or it can be burned as a fuel in a boiler or other burner.

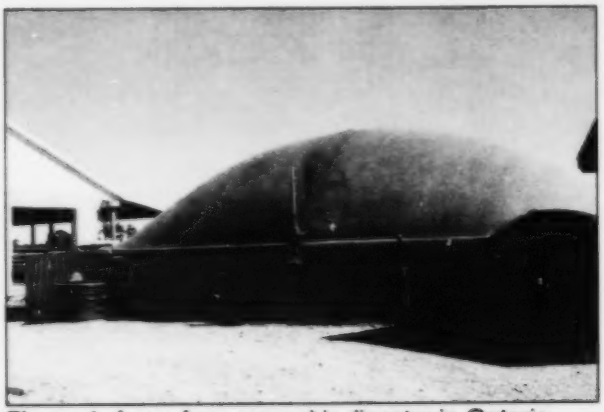

Figure 1. An on-farm anaerobic digester in Ontario.

An agricultural AD system works well with liquid manure with a dry matter (D.M) content between 6%–14%. Most other economically effective treatment systems (such as composting) require solid manure with dry matter greater than 30%.

HISTORY AND CURRENT USAGE OF AGRICULTURAL ANAEROBIC DIGESTION SYSTEMS

Methane from biomass, including manure, has historically been used in Asia as a fuel for energy. Denmark and Germany have many modern digesters operating on farms and in central locations.

All manure-based anaerobic digesters built in Ontario in the 1980s failed due to poor economic returns or operational difficulties. However, new technologies and control systems have seen the re-adoption of agriculture anaerobic digesters. There are currently two new agricultural digestion systems operating in the province with several proposals in the development or construction stages.

TYPES OF ANAEROBIC DIGESTION SYSTEMS

There are two general AD system configurations suitable for Canada: completely mixed and plug flow.

Completely mixed

Completely mixed systems, as the name implies, consist of a large tank where fresh material is mixed with partially-digested material (*Figure 1*) These systems are suitable for manure with lower dry matter content (4%–12%).

Plug flow

Plug flow systems typically consist of long channels in which the manure moves along as a plug. (*Figure 2*) These systems are suitable for thicker liquid manure (11–13% D.M).

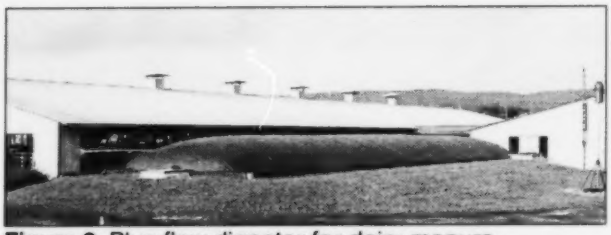

Figure 2. Plug flow digester for dairy manure.

TEMPERATURE RANGES

There are three main temperature ranges for AD systems.

Thermophylic (50°C–60°C)

Thermophylic systems operate at a high temperature. The micro-organisms rapidly break down organic matter and produce large volumes of biogas. The quick breakdown means that the digester volume can be smaller than in other systems (average retention times in the range of 3–5 days). Greater insulation is necessary to maintain the optimum temperature range and more energy will be consumed in heating the system. These systems may be more sensitive to upsets due to temperature variations. However, these systems are more effective in pathogen removal.

Larger, centralized systems with excellent temperature control and the need for a higher level of pathogen removal will typically run at thermophylic temperatures. Heat exchangers used to pass the heat from the effluent to the influent are more efficient and economical at the higher temperatures (*Figure 3*).

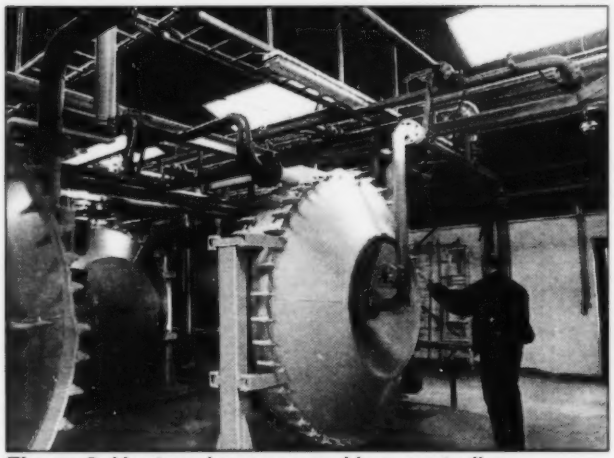

Figure 3. Heat exchanger used in a centralize thermophylic AD system in Denmark.

Mesophylic (30°C–38°C)

Mesophylic systems need a longer storage time (retention times of 15–20 days or more) in order for the lower temperature micro-organisms to breakdown organic matter. In general, these systems are reported to be more robust when considering temperature upsets. Smaller agricultural systems will operate in this temperature range.

Psychrophylic (15°C–25°C)

AD systems running in Quebec and Manitoba have been designed to operate in this temperature range. These systems are very stable and easy to manage. However net gas production and pathogen removal are expected to be lower than for other systems.

SCALE OF AD SYSTEMS

There are two options for the scale of the AD system.

Farm-based

These systems are typically designed for one farm's manure or for the manure from several nearby small farms. They are fairly low cost and often involve a lower level of control or complexity. Farm-based systems have been successfully operated throughout North America. Farm-based system at large farms may come closer to approximating centralized facilities.

Centralized

Centralized AD systems are found in Europe (*Figure 4*). Manure from many farms is hauled to a centralized facility operating with a high biosecurity hauling process. Off-farm materials, such as food processing wastes, are often added to boost gas production. Often the treated manure is transferred to remote field storages to allow for easier handling for land application.

Figure 4. Centralized AD Plant in Europe.

PROCESS CHALLENGES OF ANAEROBIC DIGESTION OF MANURE

Although the fundamentals of AD systems are very simple, the operation and control can be complex. Management considerations include:

- mixing primarily fresh manure (<1 week old) so that optimum organic matter is available for digestion

- maintaining a narrow temperature range suitable for digestion — a challenge when adding manure that may have cooled down in the barn or storage
- completing proper physical design of the system to eliminate plugging and foaming problems
- optimizing the "recipe" to generate sufficient biogas to make the economics work (may involve adding off-farm source materials)
- installing and managing an interrelated group of systems to safely handle heating of the tank, material flow, hydrogen sulphide reduction, methane transfer, heat production, electrical production, interconnection with the electrical grid and surplus heat management (*Figure 5*).

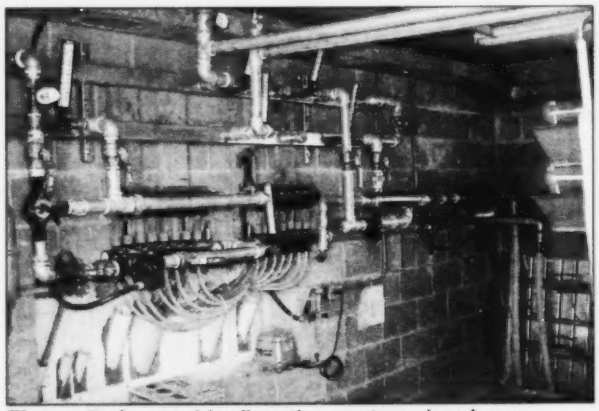

Figure 5. Anaerobic digestion systems involve a variety of control systems.

OTHER CHALLENGES OF ANAEROBIC DIGESTION SYSTEMS

In addition to management issues, other considerations include:

- insurance companies may approach these with uncertainty — working with a known manufacturer or installer is recommended
- municipalities may attempt to rezone farm-based facilities as an industrial or commercial activity — OMAF considers these to be a farm-based activity similar to basic manure storages, or farm-based grain drying
- mixing of off-farm source materials (see Mixing of Off-Farm Source Material below).

MAKING THE ECONOMICS MAKE SENSE

In order for manure-based AD systems to be economical, there are several key considerations.

Electricity Considerations

Interconnection to the electricity grid

AD systems do not usually result in "energy independence" for farms. Typically, AD systems generate more energy than can be used on the farm. Even in cases where energy production matches farm energy needs, an interconnection with the grid is recommended (*Figure 6*). Farm energy demands are not typically static or linear. Under normal farm conditions there are peaks in energy demand that biogas systems may not be responsive enough to supply. Instead, the grid acts as a large battery, with the AD system putting energy in and the farm drawing energy out.

Figure 6. Interconnection with the electricity grid.

Net metering

Net metering is a system where the energy generator (the farmer) pays the electricity distributor only for the net amount of electricity required. This allows the farmer to generate electricity at any time and send it into the grid; then use electricity at any time. The net billing or reconciliation is typically within a specified period of time (one year in Ontario). The electricity distributor bills the farmer for the net amount used on-farm.

Under net metering when the farm generates less electricity than it uses, every unit of electricity generated has the value of the full distributed cost of electricity they would have otherwise had to purchase. For instance, although the base cost of electricity might be 5¢/kWh, the farmer typically pays a distributed cost of ~10¢/kWh. (This includes the generator costs + distribution costs + demand charges + Hydro debt repayment charges.) For every kWh of energy they offset below their maximum use, they have a saved cost of 10¢.

In Ontario, under net metering agreements, electricity distributors will not pay generators for electricity they generate in excess of their total on-site farm use. A generator can move beyond net metering by undertaking a rigorous registration and paperwork process as an energy generator in the electricity market. As a generator, the farmer would receive the generator's value for the energy (e.g. 5 ¢/kWh).

Interval metering

Interval metering allows the electricity distributor to track when energy is used or generated. Currently, there is no credit for small-scale users (including farmers) to either generate or use energy during peak or non-peak hours. In the future policies or regulations may exist that reward generators who can produce electricity during peak hours. AD systems have the advantage over other renewable energy systems such as wind or solar in that the operator can store biogas and generate energy during peak hours. When interval meters become more common and appropriate tracking and billing techniques are developed, AD systems will be well positioned to benefit from this approach.

Use of Surplus Heat

Some manure AD systems are designed exclusively to combust biogas for heat. In addition to heating the digester, buildings or hot water, it is sometimes used to heat, dry or process agricultural feeds. The heat has also been used in greenhouses (sometimes in conjunction with the use of the manure nutrient end product). Finding a use for surplus heat can be a significant contributor to making AD systems economical.

Sale of a Nutrient Byproduct

Many project proponents include the sale of the manure nutrient end product in their budget. Niche marketing of nutrient products may be possible (*Figure 7*). As more systems are implemented, this economic stream may diminish. Additionally, the cost of processing the end product to a point where it is a marketable product (e.g. solid-liquid separation, evaporation, composting, nutrient blending) is an additional budget item that must be accounted for.

Tipping Fees

If off-farm source materials are being added to the system, producers may benefit from tipping fees for those materials.

Pathogen and Odour Reduction Benefits

Agricultural AD systems remove pathogens and odour. This should allow a livestock facility with an AD system to manage the manure with fewer societal concerns. Unfortunately, there is no way of assigning a dollar value to these intangible benefits.

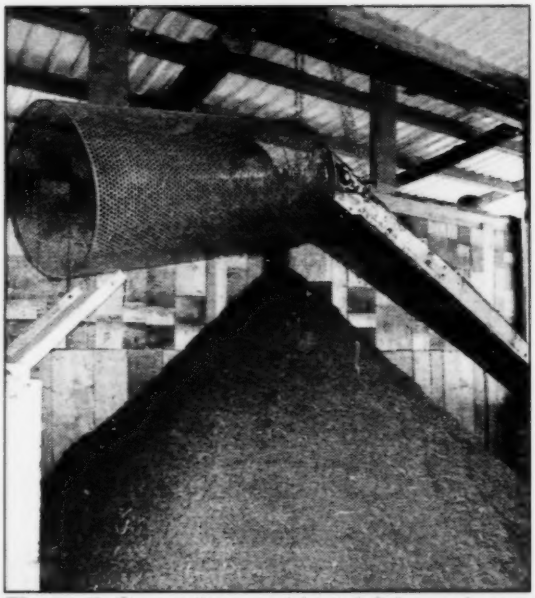

Figure 7. Generating a nutrient-rich byproduct, such as a dry compost product, may provide an economic opportunity for on-farm anaerobic digestion systems.

Changes in Nutrient Availability

Due to the removal of readily available carbon through the breakdown of organic compounds, the effluent contains nutrients that are more readily available for crop uptake (similar to commercial fertilizer). On the positive side this means that the effluent will be more predictable in nutrient release, allowing the farmer to possibly reduce commercial fertilizer use more than they would have with raw manure. Conversely, the increased nutrient availability may increase nutrient loss if crops are not available for uptake. This may require longer storage or use of cover crops to hold the nutrients.

Reduction in Weed Seeds and Improvement in Effluent Handling

Farmers in Europe claim high reduction in weed seeds present in the effluent. This is of special importance to organic farming systems. The digested material is also easier to agitate, pump and move through small distribution pipes used in an applicator.

Volume Reduction

There is a volume reduction in the effluent. Approximately 1.1 kg of mass is removed from the effluent per cubic meter of gas produced. This is relatively insignificant for manure with high moisture content, however if manures with high dry matter content is used or other materials such as off-farm wastes are added the effect is significant.

106-01039/

WHAT TYPES OF MANURE ARE SUITABLE?

In general, all manures can be digested.

- Digestion of dairy and cattle manure has been successfully implemented in many jurisdictions.
- Digestion of only poultry or swine manure may present more challenges — other materials may be added to optimize the blend.
- Sand or other inorganic materials will settle out in the digester and must be considered in the design. Many digesters will require shutdown and removal of built up materials after 10 years of usage.
- AD systems work best with fresh manure — manure stored under barn may not be as suitable.
- AD systems are not effective with highly diluted manure. Processes such as bypassing milkhouse wash water should be considered.
- Some experts suggest that it is not reasonable to convert solid manure into a liquid in order anaerobically digest it.

MIXING OF OFF-FARM SOURCE MATERIAL

Mixing of off-farm source material with manure in the anaerobic digester may increase biogas production. Some European jurisdictions allow mixing of up to 25% of off-farm source materials such as fats, oils and greases, pre-consumer food wastes, leaf and yard waste, and others. As a result of the high carbon content of these materials, biogas production can be doubled to quadrupled depending on the quantity and quality of the feedstock. In addition tipping fees may be obtained when these materials are received.

Proper storage of off-farm materials is necessary to minimize odour nuisance. In addition a blend tank may be necessary depending on the type of AD system used. At the time of writing, in order to bring in non-agricultural wastes for mixing with manure, a Certificate of Approval may be required in Ontario, both for the facility and for the land to receive the end product manure.

NUTRIENT MANAGEMENT IMPLICATIONS OF ANAEROBIC DIGESTION SYSTEMS

The end product of AD systems has less organic matter, and thus the nitrogen that was tied up in organic matter converts to the ammonium form (*Figure 8*). When spreading this product in autumn, the ammonium-N must be taken up by a standing crop or cover crop. Otherwise, there is potential of leaching of N below the rootzone.

Figure 8. Covering the digested manure minimizes N loss from the storage. This system in Denmark uses a layer of small floating balls as the cover.

FOR MORE INFORMATION

Poop Power 2004 - Video produced by OMAF's Town and Country Ontario outlining the operation of an anaerobic digester. Follow the links to *www.gov.on.ca/OMAFRA/english/engineer/facts/video_pooppower.htm*

Agriculture and Agri-Food Canada's ManureNet. *http://res2.agr.ca/initiatives/manurenet/*

U.S. Environmental Protection Agency's AgSTAR Program. *www.epa.gov/agstar/*

This Factsheet authored by: **Jake DeBruyn**, On-farm Wastewater/Water Technology Engineer and **Don Hilborn**, By-products Management Engineer, Resources Management Branch, Ontario Ministry of Agriculture and Food.

FOR YOUR NOTES

FOR YOUR NOTES

Do you know about Ontario's new Nutrient Management Act?

The provincial Nutrient Management Act (NMA) and the Regulation 267/03, as amended, regulates the storage, handling and application of nutrients that could be applied to agricultural crop land. The objective is to protect Ontario's surface and groundwater resources.

Please consult the regulation and protocols for the specific legal details. This Factsheet is not meant to provide legal advice. Consult your lawyer if you have questions about your legal obligations.

For more information on the NMA call the Nutrient Management Information Line at 1-866-242-4460, e-mail nman@omaf.gov.on.ca or visit www.omaf.gov.on.ca.

Factsheets are continually being updated so please ensure that y have the most recent version.

Agricultural Information Contact Centre
1-877-424-1300
ag.info@omafra.gov.on.ca

www.omafra.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-712X
Également disponible en français
(commande n° 04-098)

Ontario

FICHE TECHNIQUE

GÉNIE AGRICOLE

ZOOTECHNIE

COMMANDE N° 04-098

DÉCEMBRE 2004

AGDEX 720/400

Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

RUDIMENTS DE LA DIGESTION ANAÉROBIE

J. DeBruyn et D. Hilborn

(Fiche technique imprimée en septembre 2005)

INTRODUCTION

La digestion anaérobie (DA) des matières de source agricole rend possible :

- la réduction des odeurs et de la charge pathogène du fumier;
- la réduction des émissions de gaz à effet de serre par les fermes;
- l'incorporation de matières organiques de source non agricole;
- la production d'énergie renouvelable; et
- l'amélioration de la valeur fertilisante immédiate du fumier.

Ce sont là des avantages attrayants qui font que bon nombre d'agriculteurs s'intéressent aux systèmes de DA. La présente fiche technique décrit certains des facteurs à prendre en considération dans la décision d'installer un digesteur anaérobie sur une ferme.

QU'EST-CE QUE LA DIGESTION ANAÉROBIE?

La DA, aussi appelée méthanisation, est la dégradation des matières organiques par des microorganismes dans un milieu clos dépourvu d'oxygène (*figure 1*). La DA produit du biogaz (constitué principalement de méthane et de dioxyde de carbone). Selon la conception du système, le biogaz peut être brûlé pour servir à alimenter un groupe électrogène afin de produire de l'électricité et de la chaleur, ou il peut être utilisé pour alimenter des chaudières ou des brûleurs.

Les digesteurs anaérobies agricoles sont bien adaptés au fumier liquide ayant une teneur en matière sèche (MS) de 6 à 14 %. La plupart des autres procédés de traitement rentables (comme le compostage) nécessitent du fumier solide ayant une teneur en MS supérieure à 30 %.

Figure 1. Digesteur anaérobie sur une ferme de l'Ontario.

HISTORIQUE ET UTILISATION ACTUELLE DES SYSTÈMES DE DIGESTION ANAÉROBIE EN MILIEU AGRICOLE

Le méthane tiré de la biomasse, et notamment du fumier, est depuis longtemps utilisé en Asie comme carburant énergétique. Le Danemark et l'Allemagne possèdent de nombreux digesteurs agricoles modernes dont la taille varie de petites installations « à la ferme » à de grandes installations centralisées.

Tous les digesteurs anaérobies de fumier qui ont été construits en Ontario dans les années 1980 ont été abandonnés par suite de problèmes de rentabilité ou de fonctionnement. Toutefois, les progrès réalisés sur les plans de la technologie et des systèmes de contrôle ont donné un second souffle aux digesteurs anaérobies agricoles. Deux nouveaux systèmes de DA adaptés au milieu agricole sont actuellement utilisés en Ontario et plusieurs projets sont en cours d'élaboration ou de construction.

FAMILLES DE DIGESTEURS ANAÉROBIES

Il existe au Canada deux grandes familles de digesteurs anaérobies. Ce sont les digesteurs « infiniment mélangés » et les digesteurs « à écoulement piston ».

Digesteurs infiniment mélangés

Les digesteurs infiniment mélangés sont constitués d'un gros réservoir dans lequel le substrat frais est mélangé à de la biomasse partiellement digérée (*figure 1*). Ces digesteurs conviennent au fumier ayant une teneur en MS faible (4–12 %).

Digesteurs à écoulement piston

Les digesteurs à écoulement piston sont constitués de longs canaux dans lesquels le fumier s'écoule en piston (*figure 2*). Ces digesteurs conviennent à des fumiers plus épais, quoique encore liquides (11–13 % de MS).

Figure 2. Digesteur à écoulement piston pour fumier d'exploitations laitières.

RÉGIMES DE TEMPÉRATURE

Il existe trois régimes de température pour l'exploitation des systèmes de traitement anaérobie.

Systèmes thermophiles (50–60 °C)

Les systèmes anaérobies thermophiles opèrent à haute température, ce qui accélère la dégradation des matières organiques par les microorganismes et conduit à la production de gros volumes de biogaz. Le temps de séjour étant moins long (en moyenne 3 à 5 jours), le digesteur peut avoir un volume réduit par rapport à d'autres types de digesteurs. Par contre, il devra être mieux isolé afin de maintenir la fourchette de températures optimale, et il consomme parfois beaucoup plus d'énergie pour maintenir la température de fonctionnement requise. Les digesteurs thermophiles peuvent être plus sensibles aux variations de températures. Il n'en reste pas moins qu'ils éliminent plus efficacement les organismes pathogènes.

Ce sont habituellement les procédés thermophiles qui sont utilisés dans les systèmes centralisés de grande envergure qui offrent une excellente maîtrise des températures et qui doivent assurer une meilleure hygiénisation du substrat. Les échangeurs de chaleur utilisés pour transférer la chaleur du digestat au substrat sont plus efficaces et plus économiques à haute température (*figure 3*).

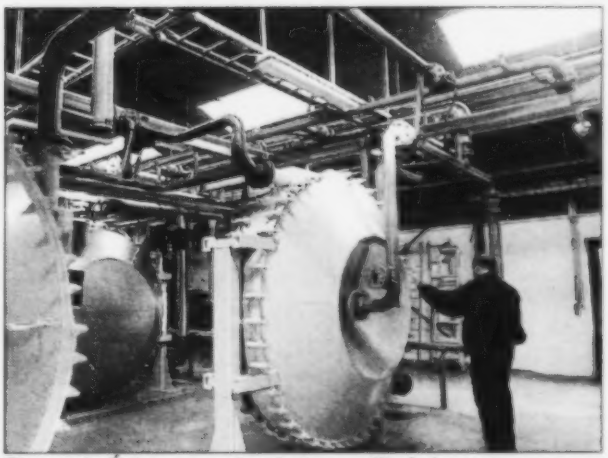

Figure 3. Échangeur de chaleur utilisé dans un système de DA thermophile centralisé au Danemark.

Systèmes mésophiles (30–38 °C)

Comme les systèmes mésophiles opèrent à des températures plus basses, les microorganismes sont plus lents à dégrader les matières organiques, ce qui se traduit par un temps de séjour en digesteur plus long (de 15 à 20 jours ou plus). Il semble qu'en général, les systèmes mésophiles soient plus robustes eu égard aux variations de températures. Ces systèmes conviennent aux petites installations agricoles.

Systèmes psychrophiles (15–25 °C)

Des systèmes de DA utilisés au Québec et au Manitoba ont été conçus pour fonctionner à cette fourchette de températures. Ces systèmes sont très stables et faciles à gérer. Toutefois, le rendement net en termes de production de gaz et d'élimination des agents pathogènes est probablement moins grand que celui d'autres systèmes.

TAILLE DES DIGESTEURS ANAÉROBIES

Les systèmes de DA fonctionnent à petite ou à grande échelle.

Digesteurs « à la ferme »

Ces systèmes sont le plus souvent conçus pour traiter le fumier produit par une seule ferme ou par plusieurs petites fermes voisines. Ils sont relativement peu coûteux, nécessitent peu d'entretien et sont plutôt simples. Les systèmes « à la ferme » donnent de bons résultats partout en Amérique du Nord. Dans les fermes de plus grande envergure, les digesteurs anaérobies s'apparentent davantage à des installations centralisées.

Digesteurs centralisés

C'est en Europe qu'on trouve des systèmes centralisés de DA (*figure 4*). Chaque système est alimenté par le fumier provenant de nombreuses fermes, le transport du fumier étant assuré par un système à haut degré de biosécurité. Pour accroître la production de biogaz, on ajoute souvent

au fumier des matières de source non agricole, notamment des déchets provenant des usines de transformation des aliments. Le digestat destiné à être épandu sur des terres est souvent transféré vers des cellules d'entreposage éloignées afin d'en faciliter la manipulation.

Figure 4. Usine de DA centralisée en Europe.

DÉFIS POSÉS PAR LA DIGESTION ANAÉROBIE DU FUMIER

Même si les digesteurs anaérobies reposent sur des principes très simples, le fonctionnement et la maîtrise de tels systèmes peuvent quand même être complexes. Voici des points à surveiller :

- s'assurer de mélanger essentiellement du fumier frais (de moins de une semaine) de manière à ce que le substrat renferme la teneur en matières organiques optimale pour la digestion;
- maintenir la température à l'intérieur de la fourchette propice à la digestion, ce qui peut relever du défi quand on ajoute du fumier qui a refroidi dans l'étable ou la cellule de stockage;
- soigner la conception du système pour éviter l'obstruction des canalisations et la formation de mousse;
- peaufiner la « recette » afin de produire suffisamment de biogaz pour rentabiliser l'opération (ajouter au besoin des matières de source non agricole);
- installer et entretenir une série d'appareils interdépendants destinés à garantir la sécurité du chauffage du réservoir, l'écoulement du substrat, la réduction du sulfure d'hydrogène, le transfert du méthane, la production de chaleur, la production d'électricité, le raccordement au réseau de distribution d'électricite et la gestion de la chaleur excédentaire (*figure 5*).

AUTRES DÉFIS POSÉS PAR LES SYSTÈMES DE DIGESTION ANAÉROBIE

Voici d'autres points à considérer :

- comme les compagnies d'assurance peuvent être réticentes à assurer ces systèmes, il est recommandé de traiter avec un fabricant ou un installateur connu;

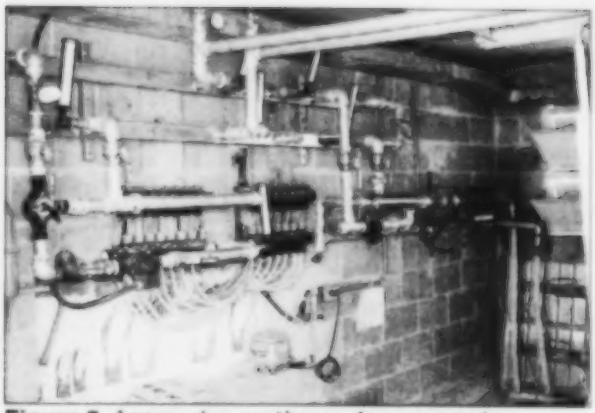

Figure 5. Aperçu des systèmes de commande nécessités par les systèmes de DA.

- même si les municipalités peuvent tenter de zoner différemment les installations à la ferme comme étant des sites industriels ou commerciaux, le MAAO considère ces installations comme des installations agricoles au même titre que les structures d'entreposage du fumier ou les cellules de séchage du grain situées à la ferme;
- envisager de mélanger des matières de source non agricole (voir ci-dessous la rubrique *Mélange de matières de source non agricole*).

ASPECTS ÉCONOMIQUES

Voici des points clés à considérer pour que soient rentables les digesteurs anaérobies de fumier :

Questions d'électricité

Raccordement au réseau de distribution d'électricité

Il est rare que les systèmes de DA procurent aux fermes l'indépendance énergétique. En général, ils produisent plus d'énergie que les fermes n'en consomment. Même lorsque la production d'énergie correspond exactement aux besoins énergétiques de la ferme, le raccordement au réseau de distribution d'électricité est recommandé (*figure 6*). Les demandes énergétiques des fermes ne sont habituellement pas statiques ou linéaires. Sous des conditions normales, il y a en agriculture des pointes dans la demande énergétique au cours desquelles la production de biogaz peut être insuffisante. Le raccordement au réseau électrique joue le rôle d'une grosse batterie que le système de DA alimente et que la ferme sollicite.

Facturation nette

Suivant le principe de la facturation nette, l'agriculteur qui produit de l'énergie paie à la compagnie d'électricité uniquement sa consommation nette d'électricité. Ce genre d'entente permet en tout temps à l'agriculteur soit de produire de l'électricité et de la transmettre au réseau de distribution, soit d'utiliser de l'électricité. La

Figure 6. Raccordement au réseau de distribution d'électricité.

facturation nette est établie en général pour une période fixe (un an en Ontario). La compagnie d'électricité facture à l'agriculteur la quantité nette d'électricité consommée à la ferme.

Aux termes des ententes de facturation nette, lorsque la ferme produit moins d'électricité qu'elle n'en consomme, la valeur attribuée à l'électricité produite est celle de l'électricité distribuée qu'il aurait autrement fallu acheter. Par exemple, même si le coût de base de l'électricité est disons de 0,05 $/kWh, l'agriculteur paie normalement 0,10 $/kWh, soit le coût de l'électricité distribuée. (Ce prix comprend les coûts de production, les coûts de distribution, les frais liés à la demande et le coût de remboursement de la dette). Pour chaque kWh d'énergie retranché de leur consommation, les agriculteurs économisent 0,10 $.

En Ontario, aux termes des ententes de facturation nette, les services de distribution d'électricité ne remboursent pas aux producteurs l'électricité qu'ils produisent au-delà de la consommation totale de la ferme. Un producteur peut toujours s'engager dans une démarche lourde de formalités administratives menant à son inscription comme producteur d'énergie. En cette qualité, il peut par la suite toucher pour l'énergie qu'il produit l'équivalent de 0,05 $/kWh.

Facturation périodique

La facturation périodique permet à la compagnie d'électricité de garder un suivi des périodes de consommation et des périodes de production. À l'heure actuelle, aucun crédit n'est offert aux utilisateurs de petits systèmes (dont les agriculteurs) pour les inciter à produire leur propre électricité durant les heures de pointe ou à consommer durant les heures de faible consommation. Il se peut que des politiques ou des règlements soient un jour adoptés dans le but de récompenser les personnes qui produisent leur propre électricité durant les heures de pointe. L'avantage des systèmes de DA sur les autres sources d'énergie renouvelable que sont l'énergie éolienne et l'énergie solaire est que l'exploitant peut entreposer le biogaz et produire de l'énergie durant les heures de pointe. Quand la facturation périodique deviendra plus courante et que des techniques appropriées de suivi et de facturation seront mises au point, les systèmes de DA permettront de tirer parti de cet avantage.

Utilisation de la chaleur excédentaire

Certains digesteurs anaérobies du fumier servent strictement à la combustion du biogaz à des fins de chauffage. En plus de chauffer le digesteur, les bâtiments ou les chauffe-eau, le biogaz sert parfois à chauffer, à assécher ou à traiter les aliments du bétail. La chaleur peut aussi servir à chauffer les serres (qui peuvent bénéficier par ailleurs des éléments nutritifs contenu dans le digestat). Les utilisations qu'on trouve à la chaleur excédentaire peuvent contribuer grandement à rentabiliser les systèmes de DA.

Vente d'un sous-produit fertilisant

Nombreux sont les promoteurs des systèmes de DA qui incluent dans leurs budgets les revenus tirés de la vente du digestat pour sa valeur fertilisante. Il est donc possible d'envisager la vente des matières fertilisantes (*figure 7*). Avec la propagation des digesteurs anaérobies, ce créneau risque toutefois de perdre de son intérêt sur le plan économique. Sans compter qu'un coût est associé au traitement à faire subir au digestat pour obtenir un produit commercialisable (p. ex. séparation des fractions solide et liquide, évaporation, compostage, mélange d'éléments nutritifs).

Redevances de déversement

Si des matières de source non agricole sont ajoutées au fumier, les producteurs peuvent bénéficier de redevances de déversement pour les matières qu'ils acceptent.

Hygiénisation et réduction des odeurs

Les digesteurs anaérobies offrent le double avantage de réduire la charge pathogène et les odeurs. Ils permettent ainsi aux exploitations d'élevage d'atténuer les problèmes sociétaux soulevés par la gestion du fumier. Malheureusement, on peut difficilement attribuer une valeur monétaire à ces avantages intangibles.

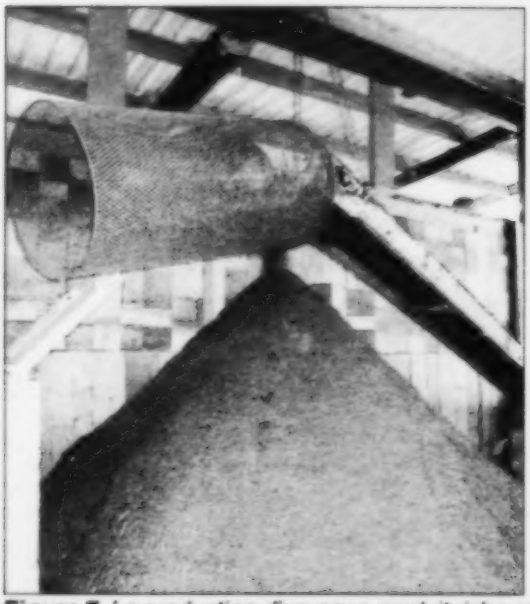

Figure 7. La production d'un sous-produit riche en éléments nutritifs, comme un produit de compost sec, peut aider à rentabiliser un système de DA à la ferme.

Meilleure biodisponibilité des éléments nutritifs

En raison du prélèvement du carbone facilement assimilable pendant la dégradation des composés organiques, le digestat contient des éléments nutritifs qui sont plus facilement assimilables par les cultures (comme dans un engrais chimique). La libération des éléments nutritifs contenus dans le digestat est donc plus prévisible, ce qui peut éventuellement permettre à l'agriculteur de réduire son utilisation d'engrais chimiques davantage qu'il ne pourrait le faire avec du fumier brut. Par contre, cette biodisponibilité accrue des éléments nutritifs risque d'entraîner davantage de pertes d'éléments nutritifs si les quantités prélevées par les cultures ne sont pas suffisamment grandes. On peut donc devoir prolonger la durée d'entreposage ou devoir semer des cultures de couverture pour retenir les éléments nutritifs.

Destruction des graines de mauvaises herbes et amélioration de la manipulation du digestat

Selon des agriculteurs européens, le digestat renfermerait beaucoup moins de graines de mauvaises herbes. Ce point revêt une importance particulière en agriculture biologique. Le digestat, ou substrat digéré, est plus facile à agiter, à pomper et à faire circuler à l'intérieur des petits tuyaux de distribution utilisés dans les applicateurs.

Réduction de volume

La digestion anaérobie amène une diminution du volume du substrat. La masse du substrat est réduite d'environ 1,1 kg par mètre cube de gaz produit. Cette quantité est relativement négligeable pour le fumier à forte teneur en eau. Par contre, si le fumier renferme beaucoup de matière sèche ou si des déchets de source non agricole sont ajoutés, la réduction peut être considérable.

FUMIERS QUI SE PRÊTENT À LA DIGESTION ANAÉROBIE

En général, tous les fumiers sont digestibles.

- La digestion des fumiers de bovins laitiers ou de boucherie a été couronnée de succès en bien des endroits.
- Seuls les fumiers de volaille ou de porcs peuvent présenter des difficultés; dans leur cas, il peut être nécessaire d'ajouter d'autres matières pour optimiser le mélange.
- La conception du système doit tenir compte du fait que certaines matières inorganiques comme le sable se déposent au fond du digesteur. Dans bien des cas, il faudra arrêter d'utiliser le digesteur après 10 ans d'utilisation pour le débarrasser des matières qui s'y seront accumulées.
- Les digesteurs anaérobies sont plus efficaces avec du fumier frais. Le fumier entreposé sous le logement des animaux peut ne pas donner d'aussi bons résultats.
- Les digesteurs anaérobies ne sont pas efficaces avec du fumier fortement dilué; il faut donc envisager de détourner les eaux de lavage de laiterie, par exemple.
- Selon certains spécialistes, il n'est pas raisonnable de liquéfier le fumier solide pour en faciliter la DA.

MÉLANGE DE MATIÈRES DE SOURCE NON AGRICOLE

Le fait d'ajouter au fumier des matières de source non agricole peut accroître la production de biogaz. Certaines autorités européennes acceptent que 25 % du mélange soit fait de matières de source non agricole, telles que matières grasses, huiles et graisses, déchets alimentaires préconsommation, résidus de feuilles et de jardinage, etc. Du fait de la forte teneur en carbone de ces substrats, la production de biogaz peut être doublée ou quadruplée selon la quantité et la qualité des matières. L'acceptation de tels produits par l'agriculteur peut aussi être une occasion pour lui de toucher des redevances de déversement.

Pour réduire au minimum les nuisances dues aux odeurs, il faut que les matières de source non agricole soient entreposées convenablement. Il faut aussi parfois prévoir un réservoir de mélange selon le type de digesteur utilisé. Conformément à la réglementation ontarienne en vigueur au moment de la rédaction de la présente fiche

technique, il se peut, lorsque des déchets non agricoles sont incorporés au fumier, qu'un certificat d'autorisation soit exigé à la fois pour transporter les déchets jusqu'à l'exploitation et pour épandre le produit fini sur des terres.

INCIDENCE DE LA DIGESTION ANAÉROBIE SUR LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Comme le digestat renferme moins de matières organiques, l'azote qui était lié aux particules organiques se trouve converti en une forme ammoniacale *(figure 8)*. Quand on épand le digestat à l'automne, l'azote ammoniacal doit être prélevé par une culture sur pied ou une culture de couverture. Autrement, il risque d'y avoir lessivage de l'azote sous la zone racinaire.

Figure 8. Couche de petites balles flottantes utilisée au Danemark pour recouvrir le digestat de manière à réduire au minimum les pertes d'azote.

POUR PLUS D'INFORMATION

Poop Power 2004 - Bande vidéo produite par le MAAO pour l'émission Town and Country Ontario et décrivant le fonctionnement d'un digesteur anaérobie. Consulter les liens suivants :
www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/video_poop power.htm

FumierNet d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, *http://res2.agr.ca/initiatives/manurenet/*

Le programme AgSTAR de l'Environmental Protection Agency des É.-U., *www.epa.gov/agstar/*

La présente fiche technique a été rédigée par :
Jake DeBruyn, ingénieur spécialisé en techniques de l'eau et des eaux usées, et **Don Hilborn**, ingénieur spécialisé en gestion des sous-produits, Direction de la gestion des ressources, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

NOTES PERSONNELLES

Connaissez-vous la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* de l'Ontario et la réglementation connexe?

La *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* (LGEN) de l'Ontario et le Règlement 267/03, tels que modifiés, régissent l'entreposage, la manutention et l'épandage des matières nutritives qui peuvent être épandues sur des terres agricoles cultivées. L'objectif est de protéger les ressources en eaux de surface et souterraines de l'Ontario.

Veuillez consulter le Règlement et ses protocoles pour connaître les modalités précises d'application de la LGEN. Les conseils contenus dans la présente fiche technique sont d'ordre pratique seulement. Pour toute question concernant vos obligations juridiques, adressez-vous à un avocat.

Pour de plus amples renseignements sur la LGEN, vous pouvez appeler la ligne d'information dédiée à la gestion des éléments nutritifs au 1 866 242-4460, envoyer un courriel à *nman@omaf.gov.on.ca* ou visiter le site www.omaf.gov.on.ca.

Les fiches techniques sont constamment mises à jour; assurez-vous d'avoir en main la version la plus récente.

Centre d'information agricole
1 877 424-1300
ag.info@omafra.gov.on.ca

www.omafra.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 04-097)

Ontario

0121010040 98